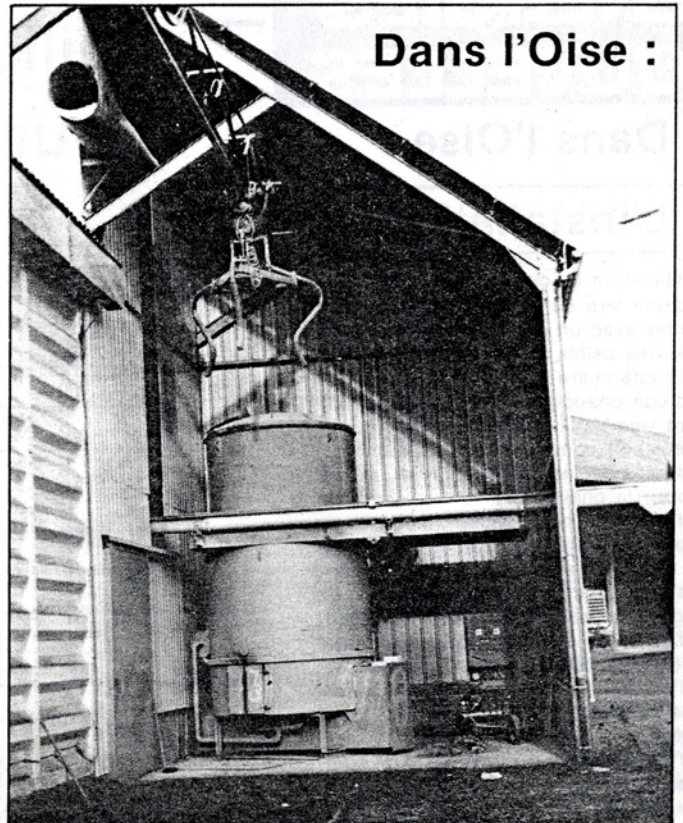


## paille en grosses balles pour sécher les grains

**L**ES Etablissements LAW à Senlis ont équipé pour la campagne de séchage du maïs 1980, deux séchoirs avec des chaudières utilisant directement des balles rondes et entières comme combustible.

Nous sommes allés voir l'une des deux installations qui se trouve chez M. Dupetit, Ferme de Warville-la-Neuville-en-Hez (Oise).

M. Dupetit expose son problème, les raisons de son choix, la mise en place de l'installation et le fonctionnement au cours de la précédente campagne ainsi que ses observations pour les années à venir.



Dans l'Oise :

### Une installation à reconstruire

**L**E domaine de Warville ne produit plus de maïs; il est cependant obligé de conserver un séchoir pour sécher rapidement en année difficile les 200 ha de blé de semence cultivés sur la ferme. L'installation de stockage, agréée par l'O.N.I.C., existe aussi. Pour rentabiliser l'installation, il est procédé en plus, au séchage à façon et au stockage de 8 à 10 000 q de maïs/an. En 1979, un incendie détruit ces équipements; il fallait les reconstruire complètement!

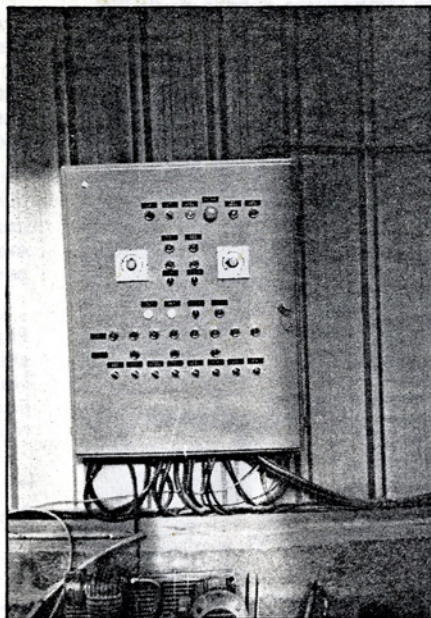
### Un choix difficile

**U**N séchoir d'un million de kilocalories/heure est très gourmand en combustible et l'utilisation du fuel pose des problèmes sur le plan financier, voire des risques pour l'approvisionnement dans l'avenir

La recherche d'un combustible d'un prix accessible et sur lequel on puisse toujours compter a amené M. Dupetit à envisager la paille. L'étude du prix de revient minimum l'a conduit à choisir les balles rondes.

Les Ets LAW consultés, étant intéressés au premier chef, par toutes les améliorations susceptibles de diminuer le coût du séchage du maïs et des autres grains, ont étudié le problème. Ils ont proposé une

installation complète utilisant une chaudière à balles rondes sous licence P.S.W., ce qui fut accepté par M. Dupetit et mis en place en septembre 1980.



Dans cette armoire sont logés les dispositifs de contrôle et de télécommande qui assurent l'automatisation intégrale de l'installation

### Le problème agronomique

**U**N danger de l'utilisation de la paille comme combustible peut être le risque d'appauvrissement des terres en matière organique par non resti-

tution de reliquats végétaux dans le sol. Cette ferme n'a plus son troupeau de moutons depuis trois ans. L'apport actuel de 3 à 4 000 tonnes de boues de ville a compensé la suppression du fumier. Rien ne s'opposait à l'utilisation de 60 ha de paille comme combustible; elle sera prélevée de préférence entre deux blés consécutifs.

### Le chantier paille

**L**E chantier de récolte est réalisé avec une ramasseuse-enrouleuse, Round Baler grand modèle "Claas", une remorque auto-chargeuse "Duchesne". Pour les manutentions et le stockage, on utilise un chargeur Volvo sur lequel on remplace le godet par une fourche à balles.

Le Round Baler fonctionne en trois temps.

— Quand la chambre est pleine, le manomètre arrive au maximum, l'avancement est stoppé.

— On laisse ensuite tourner au point fixe jusqu'à ce que le manomètre redescende sensiblement.

— Puis, on reprend l'avancement, on arrête quand le manomètre est à nouveau au maximum.

Dans ces conditions, les balles arrivent à peser près de 450 kg (humidité non contrôlée). Elles subissent une forte décompression à la sortie de la presse, ce qui donne des diamètres de balles de l'ordre de 2 m ou un peu plus, au lieu de 1,80 m. Cela peut poser quelques problèmes pour l'introduction dans la chaudière.

Le débit de ce chantier est de l'ordre de 10 ha en 9 heures. La paille est stockée sous un hangar à quelques dizaines de mètres du lieu d'utilisation.

## Dans l'Oise :

### L'installation

L'installation se compose :

- d'une aire ou carreau d'attente pour les balles avec un système automatisé de reprise des balles et de leur introduction dans la chaudière;
- d'une chaudière à balles rondes acceptant une deuxième balle avant que la première soit complètement consumée;
- d'un système d'alimentation en air frais pour la chaudière;
- d'un tunnel de post-combustion complété par une admission d'air en venturi qui met la chaudière et le tunnel en dépression;
- d'une chambre de détente et de mélange des gaz chauds et de l'air froid;
- d'un filtre à mailles d'un millimètre avant l'entrée de l'air dans le séchoir;
- d'un générateur d'air chaud à fuel marchant à deux allures tout au plus pour permettre une bonne régulation;
- d'un ensemble de contrôle et de commandes comprenant des sondes thermométriques, des commandes électromécaniques et d'un compresseur d'air qui assure la régulation automatique des températures et la manutention automatique des balles.

### Le fonctionnement

ES balles par pile de trois sont disposées sur une même rangée, chaque pile appuyée sur un contacteur qui se déclenche quand on enlève la dernière balle.

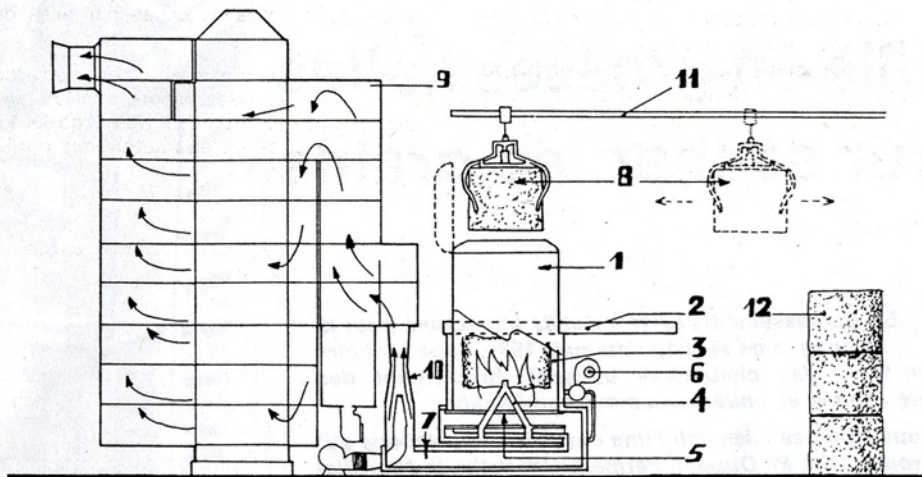
il y a actuellement sept piles, ce qui assure une autonomie de marche d'une vingtaine d'heures. La rangée est surmontée par un rail qui aboutit à la chaudière. Sur le rail, des contacteurs sont placés juste à l'aplomb de chaque pile de balles. Une griffe avec pince à vérin pneumatique télécommandée, se déplace sur ce rail; elle descend sur la pile, se referme automatiquement sur la balle, au contact de celle-ci. Au signal déclenché par relais électromécaniques depuis la chaudière, la griffe se met en mouvement, elle glisse sur le rail et vient lâcher la balle dans la chaudière dont le couvercle supérieur est automatiquement ouvert.

La chaudière cylindrique a une hauteur suffisante pour accueillir deux balles; elle est séparée à mi-hauteur par une écluse horizontale mue par crémaillère et roue dentée; le couvercle s'ouvre et se ferme avec un vérin pneumatique.

Pendant la combustion d'une balle, un sonde thermométrique contrôle la température des gaz qui est de l'ordre de 1 100°. Quand la température descend à 900°, cela correspond à la fin de la combustion de la balle.

Après une temporisation de cinq minutes, il y a un essai de fermeture automatique de l'écluse; s'il y a un empêchement, l'écluse se rouvre. Une seconde attente est programmée puis, intervient la

# paille en grosses balles pour sécher les grains



- |                               |                                       |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Générateur à paille       | 7 - Raccord générateur-séchoir        |
| 2 - Ecluse                    | 8 - Pince-balle automatisé            |
| 3 - Zone de gazéification     | 9 - Séchoir                           |
| 4 - Trépied                   | 10 - Dispositif de venturi            |
| 5 - Canal de post-combustion  | 11 - Rail de circulation de la griffe |
| 6 - Ventilateur de combustion | 12 - Pile de paille en attente        |

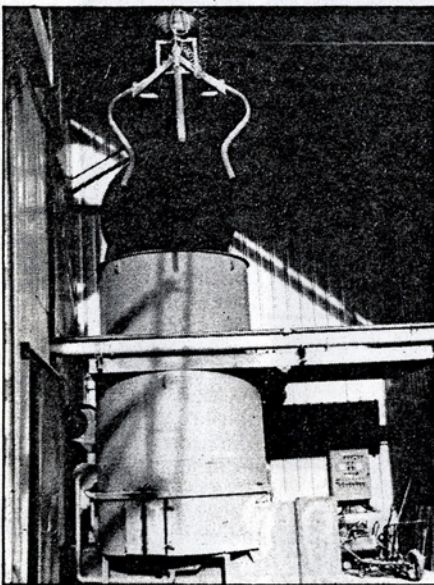
fermeture et le verrouillage de l'écluse. A partir de ce moment-là, le processus de chargement est déclenché; c'est-à-dire: ouverture du couvercle, chargement de la balle, retour de la griffe en attente sur la balle suivante, fermeture du couvercle, ouverture de l'écluse. La nouvelle balle introduite tombe alors dans la partie inférieure. Le centre de la face plate de la balle

Une disposition particulière assure la circulation d'une part, dans le générateur d'air chaud et, d'autre part, dans le venturi qui aspire les gaz chauds pour les diriger vers le séchoir. Les gaz chauds, aspirés par le venturi, achèvent au passage leur combustion si celle-ci est incomplète.

A l'arrivée dans la chambre de détente, les gaz chauds sont mélangés à l'air froid. Le contrôle de la température après mélange, régule la marche du générateur sur l'une des deux allures de combustion prévues.

Les gicleurs de fuel ont un débit variable; plus faible quand on utilise la paille comme combustible, simultanément à l'alimentation du générateur en dérivés pétroliers.

Les gaz mélangés passent à travers un filtre avant d'entrer dans le séchoir par aspiration, celui-ci fonctionnant en dépression. En cas d'incident ou de blocage au cours de fonctionnement, un klaxon retentit.



Le couvercle supérieur de la chaudière s'ouvre automatiquement, juste avant l'arrivée de la griffe; celle-ci vient de laisser tomber la balle qui était emprisonnée entre ses pinces.

s'encastre sur le cône placé au fond de la chaudière qui, avec son trépied, sert à diriger une grande partie de l'air frais nécessaire à la combustion. Le reste de l'air est introduit par un tuyau annulaire percé de trous qui fait le tour de la base du foyer. L'alimentation en oxygène est assurée par un ventilateur d'air à réglage manuel.

### Une mise au point méticuleuse

**L**A mise au point d'un tel système n'a pas été réalisée du jour au lendemain. Il a été brûlé 300 balles pendant la campagne, la chaudière n'a pas marché en continu. La manutention automatique a parfaitement fonctionné. Il y a peu de problèmes de combustion lorsque les dispositifs de réglages ont bien fonctionné après la période assez longue de rodage du système. Il y a néanmoins quelques entraînements d'imbrûlés et de cendres au moment du chargement de balles avec risque de colmatage du filtre, c'est

## paille en grosses balles pour sécher les grains

### Dans l'Oise :

pour M. Dupetit la principale difficulté. Il faut arriver à disposer d'un système de nettoyage qui n'interrompe pas le fonctionnement. De temps à autre, quelques grains de maïs ont été noircis par surchauffe sans qu'ils aient mauvaise odeur; la régulation est maintenant bien maîtrisée.

**Un problème qui n'est pas encore parfaitement réglé, c'est le décendrage qui a lieu une fois par jour.** Les cendres ont tendance à vitrifier, elles ne sont pas très dures mais il est difficile de bien aller les chercher pour les enlever, du fait de la chaleur dégagée par le four.

Le système de venturi avec introduction additionnelle d'air froid dans le tunnel de post-combustion, apporte une grande régularité de post-combustion avec une bonne dépression dans la chaudière.

Rappelons que le fonctionnement de cette chaudière est mixte; avec, actuellement, une alimentation en fuel (réduite) et une alimentation en paille.

La consommation horaire en fuel passe de 120 l à 20 l/heure quand la chaudière à paille est en fonctionnement, avec une consommation moyenne d'une balle à l'heure.

L'emploi de cette chaudière à paille se poursuivra en 1981, après quelques mises au point techniques complémentaires apportées par la Société LAW.

### Particularités du générateur

**L**ES originalités du système présenté par Law Sécémia sont de plusieurs ordres :

— **L'arrêt simple** par arrêt des ventilateurs, le redémarrage sans allumage est possible encore 12 h après, grâce à la construction du four.

— **L'utilisation directe de balles de paille** sans intermédiaire de transformation nécessitant une dépense d'énergie (hâchage, granulation, etc.)

— **L'utilisation directe des gaz** de post-combustion par simple dilution avec de l'air ambiant permet d'avoir un rendement maximum et d'éviter en particulier les importantes chutes de rendement dues à la présence d'échangeur.

— **Alimentation automatique** : le dispositif décrit montre que le chargement du générateur s'effectue d'une façon automatique. L'intervention humaine est donc réduite à la constitution du parc de balles et à la surveillance minimum du séchoir et du générateur.

— **Stockage de balles permettant une utilisation de longue durée sans intervention.**

Les installations réalisées prévoient le stockage de grosses balles par piles de trois.

Lorsque chaque balle pèse environ 350 kg, une pile représente environ une tonne de paille, soit un équivalent de 350 kg de fuel, c'est-à-dire une autonomie de 7 h de fonctionnement pour un générateur utilisé pour un séchoir agricole de 500 000 k.Cal/h.

### Aspects économiques

**L**A société Law mentionne que l'intérêt de ce générateur d'air chaud pour l'agriculture est justifié par sa rentabilité.

**A titre d'exemple, le calcul suivant est proposé :**



Cette disposition, en piles, des balles cylindriques suppose qu'elles soient très fortement compactées et bien ficelées.

Considérons un séchoir de puissance calorifique 800 000 k.Cal/h, équipé d'un générateur à paille en remplacement du brûleur fuel :

— en fuel, combustion directe, nous aurions une consommation de 80 kg/h, soit environ : 190 F/h (fuel à 2 F le litre) ;

— en paille, avec un rendement de 85 % qui est au moins celui de la combustion directe, nous avons une consommation de 240 kg/h, soit environ 43 F/h (paille estimée au prix de 180 F la tonne, ce qui est raisonnable pour le producteur).

L'économie réalisée est alors de 147 F/h, soit : 58 000 F pour une durée d'utilisation annuelle de 400 h.

**De plus, précise Law, qu'il est possible d'obtenir une subvention par l'Agence des Economies d'Energie à raison de 400 F par T.E.P. (1 T.E.P. = 10 000 thermies),** soit :

$$400 \text{ h} \times 800 = \frac{320\,000 \times 400}{10\,000} = 12\,800 \text{ F}$$

Le surcoût pour un séchoir équipé d'un générateur à paille estimé à 200 000 F, pourrait être amorti selon l'utilisation annuelle, durée qui apparaît normale.

**La rentabilité peut être accrue par une plus grande durée de fonctionnement, en particulier si le générateur est utilisé à la fois pour le séchage et pour le chauffage de locaux agricoles (élevages, serres, etc.) ou individuels.**

Dans ce cas, il y a lieu d'étudier la mise en place d'un échangeur eau-air, pour obtenir l'eau chaude souhaitée. Etant donné que les besoins calorifiques instantanés sont dans ce cas nettement inférieurs à ceux qui sont nécessaires pour une installation de séchage, il peut être utile de prévoir une réserve-tampon d'eau chaude de grande capacité.

Le générateur à paille est alors utilisé dans sa plage de puissance normale chaque fois que la température de la réserve d'eau chaude descend en dessous d'un certain seuil. L'eau chaude peut alors être utilisée d'une façon continue, alors que le générateur à paille ne fonctionne que par périodes.

### Le point de vue de LAW

**“N**OUS allons, après l'expérience de cette première campagne qui nous a procuré beaucoup de satisfaction, apporter des perfectionnements nécessaires. Ils porteront essentiellement sur le fonctionnement du filtre, l'automatisation des entrées d'air à la chaudière. Pour la fabrication, nous généraliserons les matériaux réfractaires pour toutes les parties soumises à haute température. Certaines modifications sur les cotes des chaudières faciliteront l'introduction des balles de gros calibre.

L'année 1981 verra sept ou huit nouvelles installations qui, suivies de près par notre service technique, permettront de passer à la série pour 1982.

Les économies de fuel constatées peuvent encore être plus grandes et aller jusqu'à la suppression totale de l'allumage du générateur à fuel pendant de longues périodes”.

L.P.